



Natiiviröntgentutkimuksista väestölle aiheutuvan säteilyannoksen määrittäminen

Yhteistyössä säteilyturvakeskuksen kanssa

Radiografian ja sädehoidon ko,
Röntgenhoitaja
Opinnäytetyö
27.09.2009

Aarne Mäkinen

Tekijä Otsikko	Aarne Mäkinen Natiiviröntgentutkimuksista väestölle aiheutuvan säteilyannoksen määrittäminen
Sivumäärä Aika	27 sivua + 3 liitettä 26.10.2010
Tutkinto	Röntgenhoitaja
Koulutusohjelma	Radiografian ja sädehoidon ko.
Suuntautumisvaihtoehto	Radiografian ja sädehoidon ko.
Ohjaajat	Lehtori Antti Niemi Lehtori Anne Kangas
<p>Tämä työ on tehty yhteistyössä Säteilyturvakeskuksen kanssa. Työ on osa suurempaa STUK:n tutkimushanketta, jossa selvitetään röntgentutkimuksista aiheutuva väestöannos. Tässä työssä on tutkittu ainoastaan natiiviröntgentutkimuksia.</p> <p>Väestöannos on selvitetty kahdella tavalla, STUK:n omalla Kuntaliiton tutkimuskoodistoon perustuvalla menetelmällä, sekä Euroopan Komission määrittelemällä TOP 20 -menetelmällä. Tutkimuksessa on vertailtu kahden eri menetelmän annoksia ja samalla on kartoitettu TOP 20 -menetelmän soveltuvuutta yhtenä väestöannoksen määrittämiskeinona. Työssä on selvitetty myös miten Kansainvälisen säteilysuojelukomission uudet vuoden 2007 kudostenpainotuskertoimet vaikuttavat väestöannokseen. Tutkimuksessa on selvitetty myös miten natiiviröntgentutkimuksista saatava väestöannos on muuttunut 2000-luvulla. Väestöannoksia vertailtiin vuosilta 2000, 2005 ja 2008.</p> <p>Tutkimusmateriaalina käytettiin vuonna 2006 natiiviröntgentutkimuksissa käyneitä potilaita. Potilaista saadut potilaskohtaiset tiedot syötettiin PCXMC -tietokoneohjelmaan joka laskee tutkimuksesta saatavan efektiivisenannoksen. Väestöannosta laskettaessa käytettiin vuoden 2008 tutkimusmääriä. Kaikki tutkimusmateriaali kerättiin Excel taulukoihin helppolukaiseen muotoon.</p> <p>TOP 20 -menetelmällä väestöannos pystytään määrittämään melko helposti ja tulos poikkeaa vain noin 1 % tarkemmalla Suomen Kuntaliiton koodistoon perustuvalla menetelmällä saadusta arvosta. TOP 20 -menetelmä antaa siten hyvän kuvan väestöannoksen tasosta, kun tarkempaan väestöannoksen selvitykseen ei ole aikaa tai tarvittavia tietoja. ICRP: uudet kudostenpainotuskertoimet kasvattavat kokonaisuudessaan väestöannosta. joillakin tutkimuksilla uudet kertoimet vähentävät annosta toisilla taas nostavat annosta. 2000-luvulla natiiviröntgentutkimuksista saatava väestöannos on pienentynyt johtuen tutkimusten vähentymisestä ja tutkimusten optimoinnista.</p>	
Avainsanat	natiivitutkimukset, väestöannos, kudosten painotuskertoimet, TOP 20 -menetelmä

Author(s) Title	Aarne Mäkinen Defining the Collective Effective Dose from Plain Radiography
Number of Pages Date	27 + 3 appendices 26 Oct 2010
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Radiography and Radiotherapy
Specialisation	Radiography and Radiotherapy
Instructor(s)	Senior Lecturer Antti Niemi Senior Lecturer Anne Kangas
<p>This report was done in co-operation with the Radiation and Nuclear Safety Authority Finland (STUK). The report is part of a major research where STUK is defining the collective effective dose from all radiographic imaging. In this report I only studied the collective effective doses from plain radiography.</p> <p>The collective effective doses in this report were defined with two methods. Firstly, with the STUKs own method where it is defined with the Association of Finnish Local and Regional Authorities examination codes. And secondly, with the new Top 20 exams method that is defined by the European Commission. In this research these two methods were compared and also the new Top 20 exams method was studied for its suitability for defining the collective effective dose. In this report I clarified how the new tissue weighting factors by the International Commission of Radiological Protection (ICRP) have affected the collective effective dose. I also studied the change in the collective effective doses in the 21st century in plain radiography.</p> <p>The research material was collected from the patients who underwent plain radiography examinations in the year 2006. The information about the patients was fed to the PCXMC computer program which calculated the effective doses from the examination. The collective effective doses were calculated with the year 2008 examination amounts. All the research data and material was collected to the Excel sheets in an easily readable form.</p> <p>With the Top 20 exams method the collective effective dose can be defined quite easily and reliably. The Top 20 exams method is suitable when there is not enough time and information. The new tissue weighting factors by ICRP increase the collective effective doses. In the 21st century the collective effective dose from plain radiography has decreased due to a reduced number of examinations and optimization in examinations.</p>	
Keywords	plain radiography, collective effective dose, tissue weighting factors, top 20 exams

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
1.1 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet	1
2. KÄSITTEITÄ	2
2.1 Kollektiivinen efektiivinen annos	2
2.2 ICRP	3
2.3 ICRP 60 ja ICRP 103	3
2.4 PCXMC tietokoneohjelma	4
3. RÖNTGENSÄTEILY	4
3.1 Yleistä	4
3.2 Biologiset vaikutukset kehoon	5
3.3 Suorat vaikutukset	5
3.4 Epäsuorat vaikutukset	6
4. MENETELMÄT	6
4.1 TOP 20-menetelmä	6
4.2 Suomen Kuntaliiton koodistoon perustuva menetelmä	7
4.3 Väestöannoksen muutos 2000-luvulla	8
4.3 Potilasannos-aineiston keruumenetelmät	8
4.4 Tutkimusjoukko	9
4.5 Potilasannos-aineiston keruun ongelmat	10
5. AINEISTON ANALYSOINTI	11
5.1 Aineiston analysointi TOP 20 -menetelmällä	12
5.2 Aineiston analysointi tarkemmalla TOP 20 -menetelmällä	12
5.3 Aineiston analysointi Kuntaliiton koodistoon perustuvalla menetelmällä	13
5.4 Väestöannosten vertailu	13
6. TUTKIMUKSEN TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	13
6.1 Taulukoiden selitteet	14
6.2 TOP 20 -menetelmällä määritetty väestöannos	14
6.3 Tarkemmalla TOP 20- menetelmällä määritetty väestöannos	16
6.4 TOP 20 -menetelmän ja Kuntaliiton koodistoon perustuvan menetelmän vertailu	17
6.5 ICRP:n uusien ja vanhojen kudosten painotuskertoimien vertailu	18
6.6 Väestöannoksen muutos 2000-luvulla	19
7. JOHTOPÄÄTÖKSET	21

KIITOKSET	22
LÄHTEET	23
LIITTEET 1-3	

1. JOHDANTO

Röntgentutkimuksilla on tärkeä rooli nykyajan terveydenhuollossa ja potilaan diagnostiikassa. Terveydenhuollossa käytettävä säteily aiheuttaa merkittävimmän osan väestölle aiheutuvasta säteilyannoksesta, heti luonnon taustasäteilyn jälkeen. Kuten monissa muissakin maissa, noudatetaan myös Suomessa Kansainvälisen säteilysuojelutoimikunnan (ICRP International Commission on Radiological Protection) ohjeita ja suosituksia säteilyn käytöstä. Jotta ICRP:n määrittelemät oikeutus- ja optimointiperiaatteet toteutuvat terveydenhuollossa, on säteilyn käytöstä aiheutuvaa annosta seurattava. Oikeutusperiaatteen mukaan jokaisen tutkimuksen tulee tuottaa enemmän hyötyä kuin haittaa. Optimointiperiaatteen mukaan säteilyaltistuksen tulee olla niin alhainen kuin käytännössä on mahdollista. (Mustonen, Sjöblom, Bly, Havukainen, Ikäheimo, Kosunen, Markkanen & Paile 2009: 14.) Suomessa terveydenhuollosta aiheutuvan säteilyn käyttöä seuraa ja valvoo sosiaali- ja terveystieteiden alainen Säteilyturvakeskus (STUK) (Säteilylaki 592/1991 § 6). Säteilyturvakeskuksen tehtävänä on potilaiden säteilyaltistusta koskevien valtakunnallisten arvioiden tekeminen ja väestöannoksen määrittäminen.

Tämän työn taustalla on Euroopan Komission julkaisema raportti Radiation Protection No 154 sekä Euroopan Unionin neuvoston direktiivin 97/43/EURATOM artikla 12. Raportista RP 154 käy ilmi, ettei Euroopan maiden välillä ole yhtenäisiä kansainvälisesti hyväksytyjä kuvausprotokollia ja maiden väliset väestöannokset vaihtelevat suuresti. (RP 154. 2008: 2.) Direktiivin 97/43/EURATOM artiklassa 12 vaaditaan jäsenvaltioita varmistamaan, että lääketieteellisestä säteilyaltistuksesta määritellään yksityiskohtaiset säteilyannosarvioiden jakaumat väestölle ja tarvittaessa asianmukaisille vertailuryhmille (97/43/EURATOM).

1.1 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet

Tämä työ on tehty yhteistyössä Säteilyturvakeskuksen kanssa. Työ on osa STUK:n tutkimushanketta, jonka tarkoituksena on selvittää terveydenhuollon säteilynkäytöstä väestölle aiheutuva säteilyannos, kollektiivinen efektiivinen annos. Työssä on keskitytty selvittämään natiiviröntgentutkimuksista väestölle aiheutuva kollektiivinen efektiivinen annos. Natiiviröntgentutkimuksilla tarkoitetaan ilman varjoainetta tehtäviä kuvauksia eli tutkimusluokkaa ”A” Suomen Kuntaliiton tutkimus- ja toimenpideluokituksessa (Radiologinen tutkimus- ja toimenpideluokitus 2007: 8). Tutkimuksessa on käytetty vuoden

2008 röntgentutkimusmääriä. Väestöannosta on tarkasteltu ja tutkittu kahdella tavalla: niin kutsutulla TOP 20-menetelmällä, joka pohjautuu Euroopan Komission ohjeeseen RP 154, ja tarkemmalla Suomen Kuntaliiton koodistoon eli tutkimus- ja toimenpide- luokitukseen perustuvalla menetelmällä (jatkossa ”Kuntaliiton koodistoon perustuva menetelmä”). Tutkimuksessa on vertailtu TOP 20-menetelmää ja tarkempaa Kuntaliiton koodistoon perustuvaa menetelmää. Koska TOP 20 menetelmällä ei ole väestöannosta ennen Suomessa määritetty, on samalla kartoitettu sen tarkkuutta ja yleistä soveltuvuutta väestöannoksen määrittelyssä.

Työssä on selvitetty myös millaisen muutoksen ICRP:n uudet kudosten painotuskertoimet tuovat natiiviröntgentutkimuksista saatavaan efektiiviseen ja kollektiiviseen efektiiviseen annokseen. ICRP julkaisi edelliset perussuosituksensa vuonna 1991 raportissaan ICRP 60. Vuonna 2007 ICRP julkaisi uusimmat perussuosituksensa raportissaan ICRP 103. Vuoden 1991 jälkeen on saatu paljon uutta tietoa säteilyn vaikutuksista, joten uusi raportti uusilla ohjeilla, suosituksilla ja kudosten painotuskertoimilla tuli tarpeeseen (Mustonen ym. 2009: 3.).

Koska röntgentutkimukset kehittyvät koko ajan ja joidenkin tutkimusten käyttö muuttuu, on oleellista selvittää myös sitä miten natiiviröntgentutkimuksista saatava kollektiivinen efektiivinen annos on muuttunut 2000-luvulla. Väestöannoksia on verrattu vuosilta 2000, 2005 ja 2008.

2. KÄSITTEITÄ

2.1 Kollektiivinen efektiivinen annos

Säteilysuojelussa käytettävien annossuureiden perussuure on *kudokseen absorboitunut annos*. Suoran ihovaurion vaaraa voidaan arvioida *paikallisen ihoannoksen* perusteella. Yleensäkin *suorien säteilyvaurioiden* syntyminen riippuu paikallisesti kudokseen absorboituneesta annoksesta, kun taas *satunnaisten vaurioiden* todennäköisyys on verrannollinen elimen tai kudoksen keskimääräiseen annokseen: Absorboituneesta annoksesta voidaan johtaa *elimen keskimääräinen absorboitunut annos*, joka on sama kuin elimen siirtynyt säteilyenergia jaettuna elimen massalla. Kerrottaessa se säteilyn

painotuskertoimella, saadaan *elimen ekvivalenttiannos*. *Efektiiivinen annos* on eri elinten ekvivalenttiannosten kudosten painotuskertoimilla painotettu keskiarvo. Elinten ja kudosten painotuskertoimet on pyritty määrittämään siten, että väestössä keskimäärin efektiiivinen annos olisi likimääräisesti verrannollinen satunnaiseen säteilyriskiin. Samoja kertoimia käytetään kaikille ihmisille iästä ja sukupuolesta riippumatta. Väestöryhmän *kollektiivinen efektiiivinen annos* kullekin tutkimustyyppille on tutkimustyyppin keskimääräinen efektiiivinen annos kerrottuna väestöryhmässä tehtyjen kyseisten röntgentutkimusten lukumäärällä (Komppa 2004).

2.2 ICRP

Kansainvälinen säteilysuojelukomissio eli ICRP (International Commission on Radiological Protection) on riippumaton säteilyturvallisuuden asiantuntijajärjestö. Se valmistelee ja julkaisee säteilynkäytön ammattilaisille säännöllisesti ohjeita ja suosituksia, joissa käsitellään suojautumista ja työskentelyä ionisoivan säteilyn vaikutuspiirissä. Vaikka ICRP:llä ei ole muodollista valtaa määrätä säädöksiä tai toimintaohjeita kenellekään, perustuu monen maan säteilylainsäädäntö tarkasti ICRP:n säädöksiin ja ohjeisiin (ICRP 2003).

2.3 ICRP 60 ja ICRP 103

ICRP julkaisi ensimmäiset perussuosituksensa jo vuonna 1977 raportissaan ICRP Publication 26.

Vuonna 1991 ICRP julkaisi raportin ICRP 60, jossa se päivittää vuoden 1977 raporttinsa perussuosituksia. Komissiolla oli kolme päämäärää raporttia ICRP 60 tehdessään:

1. Ottaa huomioon uudet biologiset tiedot säteilyn vaikutuksista ja kehitys turvallisuusvaatimuksissa.
2. Parantaa suositusten esitystapaa.
3. Säilyttää suositukset muuttumattomina niin paljon kuin se on mahdollista uusilla tiedoilla (ICRP Publication 60 1991: 1.).

Raportissa ICRP 60 annetaan myös suositukset säteilyn ja kudosten painotuskertoimille, joiden avulla lasketaan ekvivalenttiannokset ja efektiiviset annokset. Annostietojen perusteella määritellään potilaalle syntyvä säderasitus röntgentutkimuksista, joten painotuskertoimilla on suuri merkitys natiiviröntgentutkimusten annosten selvittämisessä. Kudosten painotuskertoimien tarkoitus on varmistaa, että niillä painotettu ekvivalenttiannos antaisi pääosin samanlaisen säteilyhaitan riippumatta kudoksesta tai elimestä. (ICRP Publication 60 1991: 23.)

ICRP päivitti vuoden 1991 ohjeitaan vuonna 2007 uudella raportilla ICRP Publication 103. Vuoden 1991 jälkeen on saatu runsaasti uusia tutkimustuloksia säteilyn vaikutuksista ihmiskehoon. Monet biologiset ja fysikaaliset oletukset ovat säilyneet vuosien varrella ennallaan, mutta uusien tietojen pohjalta voitiin todeta, että uusia päivitystä joissain asioissa tarvittiin. Uudet ja päivitettyt tiedot tarjoavat paremman ja vakaamman pohjan säteilynkäytön ammattilaisille mallintaa riskejä ja arvioita säteilyhaitoista (ICRP Publication 103 2007: 9).

2.4 PCXMC tietokoneohjelma

Väestön annoksen eli kollektiivisen efektiivisen annoksen laskemiseksi on ensin selvitettävä kustakin röntgentutkimuksesta potilaalle aiheutuva efektiivinen annos. Yksi tutkimuksen päätehtävistä olikin eri tutkimusten potilaskohtaisen efektiivisen annoksen laskeminen. Laskemiseen käytettiin STUKissa kehitettyä PCXMC tietokoneohjelmaa. Tietokoneohjelma käyttää efektiivisen annoksen laskemiseen Monte Carlo -menetelmää, jossa seurataan fotonien vuorovaikutusta fantomissa todennäköisyysjakaumien mukaan. Ohjelma laskee jokaiselle elimelle oman ekvivalenttiannoksen, jonka pohjalta efektiivinen annos saadaan. Efektiivisen annoksen ohjelma laskee sekä uusilla (ICRP 103) että vanhoilla (ICRP 60) kudosten painotuskertoimilla (PCXMC 2008: 3.).

3. RÖNTGENSÄTEILY

3.1 Yleistä

Röntgensäteily on yksi sähkömagneettisen säteilyn laji. Wilhelm Conrad Röntgen keksi röntgensäteet vuonna 1895. Pian tämän jälkeen havaittiin säteiden hyödyllisyys lääke-

tieteessä. Röntgenlaitteiden kehitys lääketieteessä on ollut nopeaa heti röntgensäteiden keksimisen jälkeen. Suomeen saatiin ensimmäinen röntgenlaite Helsinkiin vuonna 1900 ja ensimmäinen verisuonten varjoainekuvaus tehtiin jo vuonna 1924. Röntgensäteilyllä on ollut tärkeä merkitys lääketieteelle sillä sen avulla lääkärit pystyivät ensikertaa näkemään potilaan sisälle. Wilhelm Conrad Röntgen havaitsi pian keksintönsä jälkeen, että säteily vaikuttaa ihmiskehoon. Vain vuosi röntgensäteiden keksimisen jälkeen raportoitiin ensimmäisistä ihon ja silmien säteilyvaurioista (Tapiovaara, Pukkila & Miettinen. 2004: 14-17.).

3.2 Biologiset vaikutukset kehoon

Ionisoivalla säteilyllä on kyky tappaa soluja ja muuttaa niiden perimää. Muutos solussa saattaa tapahtua jo hyvin pienellä sädeannoksella. Säteilyn vaikutukset perustuvat solutasolla tapahtuvaan muutokseen, joten solutasolla tapahtuvat muutokset ovat koko säteilysojelman perusta. Ionisoiva säteily voi aiheuttaa DNA-molekyyleissä mutaatioita, jotka saattavat muuttaa solun toimintaa tai tappaa sen. Säteilyn vaikutukset DNA-tasolla eivät vaadi suuria energioita, sillä yksikin säteilyhiukkanen tai fotoni saattaa aiheuttaa DNA-säikeen katkeamisen ja näin solussa tapahtuvan mutaation. Koska riski solumuutoksiin on olemassa jo pienissä säteilyannoksissa, voidaankin todeta, ettei vaaratonta sädealtistusta ole. Säteilyn terveysvaikutusten ymmärtäminen on tärkeää, jotta säteilyä osataan käyttää turvallisesti ja säteilynsäädösten mukaisesti. Säteilyn terveysvaikutukset jaetaan kahteen ryhmään; suoriin eli deterministisiin vaikutuksiin ja epäsuoriin eli stokastisiin vaikutuksiin. (Paile 2000.)

3.3 Suorat vaikutukset

Deterministiset eli suorat vaikutukset aiheutuvat yleensä suuresta kerta-annoksesta ja johtavat laajaan solukuolemaan. Tällainen on mahdollista yleensä säteilyn käyttöön liittyvissä poikkeavissa tapahtumissa esimerkiksi sen seurauksena, että terveydenhuollon säteilyn käytössä on laiminlyöty turvallisuusohjeita. Säteily altistuksissa käytetään kynnysarvoa, jonka ylittyessä säteilyhaitta tai – vamma on varma. Säteilystä aiheutuva haitta määräytyy absorboituneen annoksen mukaan. Yksilölliset erot vaikuttavat säteilyhaitan ilmaantumiseen mutta vain tiettyyn pisteeseen asti. Deterministiset vaikutukset on otettava säteilysojelmassa huomioon aina yksilötasolla (Paile 2002: 44-46.).

3.4 Epäsuorat vaikutukset

Stokastiset eli epäsuorat vaikutukset ovat tilastollisia haittavaikutuksia, jotka ilmenevät pitkän aikajakson kuluessa. Stokastisissa vaikutuksissa säteily aiheuttaa muutoksen solun perimässä, jolloin sen toiminta häiriintyy. Muutokset saattavat saada alkunsa jo pienistä annoksista, sillä stokastisille annoksille ei ole olemassa kynnsarvoja. Koko elinaikana kertynyt kokonaisannos määrää stokastisten vaikutusten todennäköisyyden. Yksilön riski saada stokastisia vaikutuksia on melko pieni vaikka annos olisikin suuri. Väestölle sillä on kuitenkin suurempi merkitys, kun suuri joukko ihmisiä altistuu säteilylle. Säteilyannoksen ei tarvitse olla suuri, kun se jo vaikuttaa väestöön. Stokastiset vaikutukset on aina huomioitava säteilysuojelussa väestötasolla (Paile 2002: 45-46.).

4. VÄESTÖANNOKSEN MÄÄRITTÄMINEN

Natiiviröntgentutkimuksista väestölle aiheutuva kollektiivinen efektiivinen annos määritettiin sekä TOP 20-menetelmällä että tarkemmalla Suomen Kuntaliiton koodistoon perustuvalla menetelmällä. Natiiviröntgentutkimuksista potilaille aiheutuva efektiivinen annos on määritelty STUK:ssa kehitetyllä PCXMC -tietokoneohjelmalla käyttäen ICRP:n julkaisemia vanhoja (ICRP 60) ja uusia (ICRP 103) kudosten painotuskertoimia. Pääosa tuloksista perustuu vuonna 2006 suoritettuun potilasannoskeräykseen (ks. luku 4.3). Tässä työssä laskettiin lisäksi rinta- ja kaularangan tutkimusten annokset perustuen tyypillisiin tutkimusparametrien arvoihin. Tutkimusmäärien osalta väestöannoksen laskennassa käytettiin vuoden 2008 tilastotietoja.

4.1 TOP 20-menetelmä

TOP 20-menetelmä on EU:n suosituksessa (Radiation Protection 154) kuvattu menettely röntgentutkimuksista ja toimenpiteistä väestölle aiheutuvan säteilyannoksen nopeaan arviointiin. Kymmenestä Euroopan maasta koottujen tietojen perusteella on määritelty 20 tutkimus- tai toimenpideryhmää, joilla on suurin merkitys väestön säteilyaltistuksen kannalta. Tutkimusmäärien ja tutkimuksista aiheutuvien potilasannosten selvittäminen näiden 20 ryhmän osalta antaa likimääräisen arvion väestöannoksesta ja menettelyä pidetään vähimmäistoimenpiteenä silloin, kun tarkempaan väestöannoksen arviointiin ei ole mahdollisuutta.

Tämän työn TOP 20-menetelmässä keskityttiin natiiviröntgentutkimuksiin, joita varten TOP 20-menetelmässä on määritetty seitsemän tutkimusaluetta: thoraxin, kaularangan, rintarangan, lannerangan, rintarauhasen (mammografia), vatsan, sekä lantion ja lonkan alueen röntgentutkimukset. Yhdestä ryhmästä, esim. thorax-alueen tutkimuksesta, valittiin yleisin tutkimus, jolla on suurin merkitys väestöannokseen. Thorax-alueella tällainen on keuhkokuva. Keuhkokuvan efektiivistä annosta käytettiin koko tutkimusalueen tutkimusten annoksena, eli keuhkokuvan annos toimii thorax-alueella myös makuukeuhkokuvan, kylkiluiden ja rintalastan röntgentutkimuksen annoksena. Näin väestöannoksen määrittämien nopeutuu, kun ei tarvitse tietää kaikkia tutkimusalueen tutkimusten annoksia. Toisaalta tämä aiheuttaa sen, ettei kaikkien tutkimusten tarkkoja annoksia oteta huomioon ja saatu väestöannos ei ole absoluuttinen, vaan suuntaa antava. Tämä metodi on siis nopea, mutta ei tarkka. STUK konsultoi radiologiasiantuntijaa yleisimpiin tutkimusalueisiin kuuluvien tutkimusten selvittämiseksi.

Tässä työssä TOP 20-menetelmässä käytettiin tutkimuskohtaisia annoksia, jotka perustuvat sekä vanhojen (ICRP 60) että uusien (ICRP 103) kudoksen painotuskertoimien käyttöön.

4.2 Suomen Kuntaliiton koodistoon perustuva menetelmä

Radiologinen tutkimus- ja toimenpideluokitus on Suomen Kuntaliiton julkaisema ja ylläpitämä radiologisia tutkimuksia ja toimenpiteitä käsittelevä koodisto, joka palvelee pyyntö- ja tutkimuskäytäntöä, laadunvalvontaa, tiedonsiirtoa, tilastointia, hakujärjestelmiä, hinnoittelua, laskutusta ja kustannusseurantaa (Suomen Kuntaliitto 2009). Kuntaliiton radiologinen tutkimus- ja toimenpideluokitus (kaikkiaan noin 800 eriteltyä röntgentutkimusta tai toimenpidettä) on paljon yksityiskohtaisempi kuin EU:n ohjeistamassa TOP 20-menetelmässä käytetty tutkimusten ryhmittely.

Kuntaliiton koodistoon perustuvassa menetelmässä potilaan annokset lasketaan tutkimusalueen kaikille tutkimuksille. TOP 20-menetelmässä valitaan annoslaskentaan vain yleisin tutkimus, mutta kuntaliiton menetelmässä valitaan tutkimusalueen kaikki tutkimukset. Tällä tavalla väestöannos tulee laskettua tarkemmin kaikkien tutkimusten osalta. Potilasannoskeräyksessä käytetyllä annoskyselykaavakkeella ei ole eritelty kaikkia Kuntaliiton koodiston mukaisia tutkimuskohtaisia annoksia, sillä kaikkien noin 160:n natiiviröntgentutkimuksen annosten selvittämien olisi hyvin hankalaa ja aikaa vievää.

Osa tutkimuskohtaisista annoksista on todellisia (suoraan potilastietoihin perustuvia) ja osa on määritelty todellisten annosten pohjalta. Esimerkiksi thorax-alueen tutkimuksista makuukeuhkokuvan annos on määritelty siten, että tavallisen keuhkokuvan annoksesta on vähennetty noin puolet, koska makuukuvassa on vain yksi projektio ja tavallisessa keuhkokuvassa kaksi.

Tässä työssä Kuntaliiton koodistoon perustuvalla menetelmällä väestöannos laskettiin vain natiiviröntgentutkimusten osalta ja käyttäen ainoastaan raportin ICRP 60 mukaisilla painotuskertoimilla laskettuja tutkimuskohtaisia annoksia.

4.3 Väestöannoksen muutos 2000-luvulla

Tässä tutkimuksessa verrattiin väestöannoksen muutosta 2000-luvulla. Sitä varten käytettiin hyväksi vuosien 2000, 2005 ja 2008 tutkimusmääriä. Tiedot vuosien 2000 ja 2005 tutkimusmääristä olivat jo olemassa STUKin julkaisuissa, ja vuoden 2008 tutkimusmäärät oli selvitetty keväällä 2009 tehdyllä kyselyllä toimipaikoille. Vuoden 2009 kyselyssä kirjeet oli lähetetty kaikkiin toimipaikkoihin, joissa oli vähintään yksi lääketieteellisessä käytössä oleva röntgenlaite.

Väestöannos laskettiin tätä vertailua varten varsinaista TOP 20-menetelmää tarkemmallalla TOP 20-menetelmällä (ks. luku 5.2). Kaikkien vuosien väestöannokset laskettiin vain raportin ICRP 60 kudosten painotuskertoimilla.

4.3 Potilasannos-aineiston keruumenetelmät

Tutkimuksessa käytettiin hyväksi vuonna 2006 tehdyn potilasannosten keräysprojektin tuloksia. Tässä keräyksessä potilasannokset oli kerätty 35:stä sattumanvaraisesti valitusta sairaalasta. Tiedot oli kerätty 10 terveyskeskuksesta, 10 keskussairaalasta, 10 aluesairaalasta sekä viidestä yliopistollisesta keskussairaalasta. Toimipaikkoja oli informoitu annoskeräyksestä ennen keräyksen alkua. Yhteydenoton jälkeen sairaaloihin oli lähetetty annoskeruulomakkeet, ohjeet lomakkeen täyttämiseksi ja lisäksi saatekirje, josta selvisi tutkimuksen tarkoitus ja tavoite. Annoskeruulomakkeella pyydettiin kaikki se potilaskohtainen data mitä tarvitaan efektiivisen annoksen selvittämiseksi. Lomakkeessa kysyttiin muun muassa kuvausprojektiot, kuvausarvot ja DAP (dose- area product)-arvot eli annoksen ja pinta-alan tulon arvot. Annoskeruulomakkeet on esitelty liitteissä 1-3. Sairaaloissa lomaketta täyttivät pääosin röntgenhoitajat. Röntgenhoitajat täyttivät

tarvittavat tiedot lomakkeeseen samalla, kun he kuvasivat potilasta. Jokainen potilas yksilöitiin järjestysnumerolla. Kaikki tiedot toimitettiin STUK:lle joko sähköisesti tai kirjeellä.

Annoskeruulomakkeen lisäksi sairaaloilta selvitettiin tutkimuksessa käytetyn röntgenputken säteilyntuotto. Monesta sairaalasta ja luvanhaltijalta röntgenlaitteen säteilyntuotto saatiin tiedustelemalla, mutta joissakin tapauksissa röntgenlaitteen säteilyntuotto jouduttiin mittaamaan paikan päällä STUK:n toimesta. ESD (entrance skin dose) eli pinta-annos laskettiin sairaaloista saaduilla kuvausgeometrian ja parametrien avulla. Näiden tietojen pohjalta pystyttiin simuloimaan PCXMC -ohjelmalla potilaan efektiivinen annos. PCXMC -ohjelmaan potilastiedot syötettiin aluksi manuaalisesti, mikä oli aikaa vievää. Myöhemmin tiedot syötettiin Excel-taulukkoon, josta PCXMC laski ne makrojen avulla suoraan. Tämä nopeutti efektiivisten annosten laskemista huomattavasti.

Annoskeruututkimukseen sisältyi TOP 20 -menetelmän tutkimusryhmistä vain keuhkojen, vatsan, rintarauhasen, lannerangan sekä lantion ja lonkan tutkimukset. Kaularanka ja rintaranka oli jätetty keräyksestä pois, sillä ne katsottiin määrällisesti ja efektiiviseltä annokseltaan niin pieniksi, ettei niillä olisi suurta tilastollista merkitystä lopputulokseen. Tässä työssä vuonna 2009 päätettiin kerätä otos myös kaularangan ja rintarangan potilasannoksista. Aikataulullisista syistä potilasannokset päätettiin kerätä paikoista, joissa kyseisiä tutkimuksia tehtiin eniten. Kaularangan ja rintarangan annoskeruututkimukseen valittiin kolme toimipistettä, kaksi yliopistollista keskussairaala ja yksi yksityinen toimipiste. Koska aikataulu oli tiukka, potilaskohtaista dataa ei ehtinyt kertyä sairaaloissa tarpeeksi, joten tutkimukseen ei saatu tilastollisesti riittävää potilas aineistoa tai annostiedot jäivät puutteellisiksi. Tämän vuoksi kaularangan ja rintarangan osalta päädyttiin käyttämään vain tyypillisten kuvausarvojen perusteella laskettuja arvioita potilaan efektiiviselle annokselle.

4.4 Tutkimusjoukko

Tutkimukseen kerätyt potilasannostiedot koostuivat vuonna 2006 natiiviröntgentutkimuksissa käyneistä potilasta. Vuoden 2006 potilasannoskeräykseen oli sisältynyt tietoja yhteensä lähes 1000 tutkimuksesta. Tässä työssä otanta potilasannoksista rajattiin koskemaan erityisesti keuhkokuvan, vatsan, lannerangan sekä lantion ja lonkan tutkimuk-

sia. Vastaavasti vuoden 2008 tutkimusten lukumäärätiedoista tarvittiin lukumäärät vain natiiviröntgentutkimusten osalta.

4.5 Potilasannos-aineiston keruun ongelmat

Natiiviröntgentutkimusten potilasannoskeruun suurimpia ongelmia oli ollut se, ettei sairaaloille ja toimipaikoille selitetty tarpeeksi tutkimuksen merkitystä ja annoskeruulomakkeen täyttöohjeita. Vuonna 2006 tehdyssä keräyksessä useassa toimipaikassa lomakkeet oli täytetty väärin, jolloin niiden sisältämä potilasdata oli puutteellista ja näin ollen käyttökelvotonta. Näissä tapauksissa toimipaikkaan oli jouduttu lähettämään uusi annoskeruulomake ja selittämään lomakkeen täyttö uudestaan. Tästä oli aiheutunut selvitykseen useiden viikkojen viiveitä. Myös annosten laskeminen olisi ollut optimaalisempaa, jos kaikki lomakkeet olisi saatu kerralla käyttöön.

Annoskeruulomake oli jättänyt liikaa tilaa myös tulkinnan varalle. Monet lomakkeen kohdista voitiin ymmärtää kahdella tai useammalla tavalla. Tällöin lomakkeen tulosten tarkastelu oli ollut haasteellista, kun ei voitu varmuudella todeta mitä lomakkeen täyttäjällä oli ajatellut.

Sairaalassa mittaukset ja lomakkeiden täytöt suorittavat yleensä röntgenhoitajat. Tietojen luotettavuus ja käytettävyyden riippuukin suuresti heidän tekemistään mittauksista ja kirjauksista. Tästä syystä röntgenhoitajille tulisi paremmin tiedottaa tutkimuksen tavoitteista ja sen käytännön toteutuksesta. Säteilyturvakeskuksesta oltiin oltu usein yhteydessä sairaalafyysikkoon tai osastonhoitajaan, joka toimitti annoskeruulomakkeet röntgenhoitajille. Röntgenhoitajat eivät tällöin olleet saaneet ohjeita suoraan kyselyn teettäjältä, jolloin tulkinnalle oli jäänyt liikaa tilaa. Annoskeruututkimukset olisi parempi aloittaa niin, että STUK:sta käydään toimipaikalla henkilökohtaisesti informoimassa kaikkia lomakkeen täyttäjiä ja kertomassa samalla tutkimuksen tavoitteista. Tällöin toimipaikkaan tulisi solmittua henkilökohtainen kontakti, mikä edesauttaa luottamuksen syntymistä ja madaltaa kynnystä kysyä neuvoa lomakkeen täyttämistä ja koko tutkimista koskien. Toimipaikasta olisi hyvä saada yksi yhteyshenkilö, joka vastaa lomakkeen täyttämistä. Tämä vähentäisi lomakkeen täyttämiseen liittyviä tulkintavirheitä. Samalla mahdollisissa epäselvyyksissä voitaisiin kääntyä yhteyshenkilön puoleen.

5. AINEISTON ANALYSOINTI

Tutkimuksessa käytetty materiaali ja tulokset analysoitiin Excel-ohjelmalla. Aineiston analysoinnin pohjana toimi STUK:ssa tehty Kuntaliiton koodiston mukainen listaus tutkimusmääristä (vuoden 2005 tiedot) ja eri tutkimusten efektiivisistä annoksista. Tässä listauksessa oli eritelty kaikki natiiviröntgentutkimukset, niiden efektiiviset annokset ja tutkimusmäärät. TOP 20-menetelmän mukaista aineiston analysointia varten STUK:ssa oli tehty myös taulukot, jossa oli eritelty kaikki TOP 20 -menetelmän mukaiset tutkimusalueet ja niiden sisältämät Kuntaliiton koodiston mukaiset tutkimukset. Tutkimusalueisiin kuuluvat tutkimukset oli varmistettu radiologia konsultoimalla.

Esimerkki tutkimusaluekohtaisista Excel-taulukoista on esitetty Taulukossa 1. Taulukon esimerkkinä on lannerangan tutkimusalue. Taulukosta nähdään, mitä Kuntaliiton koodiston mukaisia tutkimuksia kyseessä olevalle anatomiselle alueelle kuuluu. Kaikkien tutkimusalueiden (keuhko, kaularanka, rintaranka, rintarauhanen, lanneranka, vatsa sekä lantio ja lonkka) taulukot ovat rakenteeltaan samanlaisia ja niistä löytyy vastaavat tiedot. Jokaisen tutkimusalueen taulukossa on lueteltu omat, kyseisen anatomisen alueen tutkimukset. Alkuperäisessä taulukossa oli vuoden 2005 tutkimusmäärät, eri tutkimuksista potilaille aiheutuvat efektiiviset annokset ja vastaavat kollektiiviset efektiiviset annokset. Uusiin taulukoihin päivitettiin vuoden 2008 tutkimusmäärät ja uudet kollektiiviset efektiiviset annokset. Vuoden 2008 tutkimusmäärätiedoilla päivitettyjä taulukoi- ta käytettiin tässä tutkimuksessa kollektiivisten efektiivisten annosten selvittämisessä.

TAULUKKO 1. Lannerangan tutkimusalueen tutkimukset.

LANNERANKA (icrp60)				
Code	Number	Name of examination	E/exam, mSv	Total E, mSv
NA3AA	108451	Lannerangan natiiviröntgen	0,81	87845
NA3SA	22603	Lannerangan röntgen seisten *	0,81	18308
NA3EA	7152	Lannerangan röntgen taivutuskuvat	0,83	5936
NA3BA	2578	Lannerangan laaja natiiviröntgen	1,64	4228
NA7FA	234	Selkärangan muu rasitusröntgen	0,42	98
NA3CA	204	Lannerangan röntgen viistokuvaus *	0,78	159
NA3FA	29	Lannerangan röntgen kuormituskuvaus (Friberg)	0,81	23
		Weighted mean for all lumbar spine (incl.LSJ)	0,83	
				Sum of all above
Total (number)	141251		Total (mSv)	116599

5.1 Aineiston analysointi TOP 20 -menetelmällä

TOP 20 -menetelmän mukaan kollektiivinen efektiivinen annos määritetään tutkimusalueen yleisimmän tutkimuksen mukaan. Taulukosta 1 nähdään että lannerangan alueella yleisin tutkimus on lannerangan natiiviröntgen. Yleisimmän tutkimuksen annosta, eli tässä tapauksessa lannerangan natiiviröntgenin annosta 0,81 mSv, käytetään tutkimusalueen kaikkien tutkimusten annoksena. Yleisimmästä tutkimuksesta saatava annos (0,81 mSv) kerrotaan tutkimusalueen kaikkien tutkimusten kokonaismäärällä (141251 kpl) ja näin saadaan koko tutkimusalueen kollektiivinen efektiivinen annos (116599 mSv Taulukossa 1). Tässä menetelmässä muiden tutkimusten annoksia ei tarvitse tietää efektiivisen annoksen selvittämiseksi. Kun kaikkien tutkimusalueiden kollektiiviset efektiiviset annokset on laskettu, lasketaan ne vielä yhteen, jolloin saadaan tarkasteltavien natiiviröntgentutkimusten kollektiivinen efektiivinen annos. Viimeksi mainittuja kollektiivisiä efektiivisiä annoksia on tässä tutkimuksessa vertailtu keskenään.

TOP 20 -menetelmän tarkoitus on olla nopea ja helppo. Koska siinä ei lasketa tarkasti kaikkien tutkimusten annoksia ja koska kollektiivisen annoksen laskennassa jää pois paljon tutkimuksia (mm. raajojen röntgentutkimukset), menetelmä ei ole aivan absoluuttinen. Sen tavoitteena onkin olla nopea ja suuntaa antava menetelmä kollektiivisten efektiivisten annosten selvittelyssä.

TOP 20-menetelmän osalta väestöannokset laskettiin sekä ICRP:n uusilla (ICRP 103) ja vanhoilla (ICRP 60) kudosten painotuskertoimilla. Kummallekin tapaukselle tehtiin omat taulukkonsa, koska niiden efektiiviset annokset poikkeavat toisistaan. Kaikissa taulukoissa käytettiin vuoden 2008 tutkimusmääriä.

5.2 Aineiston analysointi tarkemmalla TOP 20 -menetelmällä

TOP 20 -menetelmää sovellettiin tässä työssä myös siten, että TOP 20- tutkimusalueiden kollektiiviset efektiiviset annoksen laskettiin tarkemmin (”Tarkempi TOP 20-menetelmä”) kuin edellä kuvatussa varsinaisessa TOP 20-menetelmässä. Laskennassa käytettiin TOP 20 -menetelmän mukaisia tutkimusalueita, mutta tutkimusalueen eri tutkimusten efektiiviset annokset laskettiin tarkasti erikseen. Tämä menetelmä on tutkimusalueiden kollektiivisten efektiivisten annosten suhteen tarkempi kuin varsinainen TOP 20 -menetelmä. Kaikkien natiiviröntgentutkimusten kollektiivisen efektiivisen

annoksen arvioinnissa se on kuitenkin edelleen vain approksimaatio, koska TOP 20 -menetelmän tutkimusalueet eivät kata kaikkia natiiviröntgentutkimuksia.

Tarkemmassa TOP 20-menetelmässä käytettiin tässä työssä vain raportin ICRP 60 mukaisia kudosten painotuskertoimia.

5.3 Aineiston analysointi Kuntaliiton koodistoon perustuvalla menetelmällä

Suomen Kuntaliiton koodistoon perustuva väestöannoksen määrittäminen on koodiston suhteen kaikkein tarkin menetelmä. Tässä menetelmässä käytettiin EXCEL-taulukkoa, jossa näkyvät kaikki natiiviröntgentutkimukset, niiden lukumäärät ja efektiiviset annokset. Taulukkoon päivitettiin vuoden 2008 tutkimusmäärät. Taulukon tutkimuskohtaiset efektiiviset annokset ovat raportin ICRP 60 mukaiset. Taulukon lopussa on laskettu tutkimuskohtaisten kollektiivisten efektiivisten annosten summa eli kaikkien natiiviröntgentutkimusten kollektiivinen efektiivinen annos.

5.4 Väestöannosten vertailut

Eri menetelmillä ja vanhoilla ja uusilla ICRP:n antamilla kudosten painotuskertoimilla laskettuja efektiivisiä annoksia vertailtiin Excel-taulukoissa. Jokaisesta menetelmästä tehtiin yhteenvetotaulukko, josta menetelmällä saatavat annokset oli helposti luettavissa ja käytettävissä. Yhteenvetotaulukoista otettiin tarvittavat tiedot vertailutaulukoon, joi-
sa saatuja tietoja vertailtiin helppolukuisessa muodossa.

6. TUTKIMUKSEN TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Seuraavissa taulukoissa on esitelty TOP 20 -menetelmällä ja Suomen Kuntaliiton koodistoon perustuvalla menetelmällä määritettyjä kollektiivisiä efektiivisiä annoksia. TOP 20 -menetelmän osalta annokset on laskettu ICRP:n vanhoilla ja uusilla kudosten painotuskertoimilla. Kuntaliiton koodistoon perustuvalla menetelmällä määritetyt annokset on laskettu käyttämällä vain raportissa ICRP 60 annettuja kudosten painotuskertoimia.

6.1 Taulukoiden selitteet

Taulukokoissa on esitetty tutkimuksista saatuja annoksia ja niiden prosentuaalisia osuuksia kaikista natiiviröntgentutkimuksista. Taulukoissa esitettyjä arvoja ja numeroita on selvitty seuraavassa luettelossa:

- *Name* -kohdassa on esitetty tutkimusalue
- *Most common exam* -kohdassa on esitetty tutkimusalueen yleisin tutkimus, jonka mukaan väestöannos on määritetty.
- *E/examination weighted mean, mSv* -kohdassa on esitetty kyseisestä yleisimmästä tutkimuksesta saatava efektiivinen annos per tutkimus.
- *Total number of region* -kohdassa on esitetty kaikkien vuonna 2008 tehtyjen tutkimusalueen tutkimusten lukumäärä.
- *% of all plain radiography* -kohdassa on esitetty tutkimusalueen tutkimusten prosentuaalinen osuus kaikkien natiiviröntgentutkimusten lukumäärästä (v. 2008).
- *Total E, mSv* -kohdassa esitetään TOP 20 -menetelmän mukainen tutkimusalueen kollektiivinen efektiivinen annos, joka saadaan, kun tutkimusalueen yleisimmästä tutkimuksesta saatava annos kerrotaan tutkimusalueen eri tutkimusten kokonaislukumäärällä.
- *% of total top 20* -kohdassa on esitetty tutkimusalueen kollektiivisen efektiivisen annoksen prosentuaalinen osuus kaikkien TOP 20 -tutkimusalueiden yhteenlasketuista kollektiivisista efektiivisistä annoksista.
- *% of all plain radiography* -kohdassa on esitetty tutkimusalueen kollektiivisen efektiivisen annoksen prosentuaalinen osuus kaikkien natiiviröntgentutkimusten yhteenlasketuista kollektiivisista efektiivisistä annoksista.
- *E/person (population), mSv* -kohdassa on esitetty miten paljon tutkimusalueen tutkimukset tuottavat efektiivistä annosta keskimäärin yhtä väestön henkilöä kohti.

6.2 TOP 20 -menetelmällä määritetty väestöannos

Taulukossa 2 on esitetty TOP 20 -menetelmällä määritetty väestöannos, käyttämällä raportin ICRP 60 kudosten painotuskertoimia. ICRP 60 on vuodelta 1991 ja sen kertoimia on tähän asti käytetty röntgensäteilyn käytöstä aiheutuvan säteilyaltistuksen määrittämiseen.

TAULUKKO 2. TOP 20 -menetelmällä ja raportin ICRP 60 kudosten painotuskertoimilla määritetty väestöannos.

PLAIN RADIOGRAPHY ICRP60									
TOP 20 No	Name	Most common exam	E/examination weighted mean, mSv	Total number of region	% of all plain radiography	Total E, mSv	% of total top 20	% of all plain radiography	E/person (population), mSv
1	Chest	Keuhkokuva (GD1AA)	0,07	1118086	31,9	78266	19,9	20,1	0,015
2	Cervical spine	Kaularanka (NA1AA)	0,11	74878	2,1	8237	2,1	2,1	0,002
3	Thoracic spine	Rintaranka (NA2AA)	0,39	33328	1,0	12998	3,3	3,3	0,002
4	Lumbar spine	Lanneranka (NA3AA)	0,81	141251	4,0	114413	29,0	29,4	0,021
5	Mammography	Mammografia (HA1CA)	0,20	314653	9,0	62931	16,0	16,2	0,012
6	Abdomen	Vatsan natiivi (JN3AA)	0,80	50697	1,4	40558	10,3	10,4	0,008
7	Pelvis and hip	Lantio (NE1AA)	0,34	225547	6,4	76686	19,5	19,7	0,014
Total				1958440	55,9	394088	100,0	101,3	0,074

Taulukossa 3 on esitetty TOP 20 -menetelmän tulokset käyttämällä raportin ICRP 103 kertoimia. ICRP 103 on vuodelta 2007 ja perustuu viimeisimpiin säteilysuojelun perussuosituksiin. Sen kertoimia käytetään nykyään määrittäessä röntgensäteilyn käytöstä aiheutuvaa säteilyannosta.

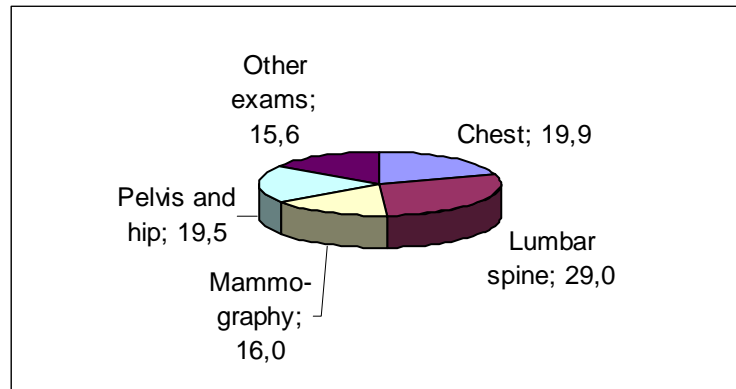
TAULUKKO 3. TOP 20 -menetelmällä ja raportin ICRP 103 kudosten painotuskertoimilla määritetty väestöannos.

PLAIN RADIOGRAPHY ICRP103									
TOP 20 No	Name	Most common exam	E/examination weighted mean, mSv	Total number for region	% of all plain radiograph	Total E, mSv	% of total top 20	E/person (population), mSv	
1	Chest	Keuhkokuva (GD1AA)	0,09	1118086	31,9	100628	21,0	0,019	
2	Cervical spine	Kaularanka (NA1AA)	0,22	74878	2,1	16473	3,4	0,003	
3	Thoracic spine	Rintaranka (NA2AA)	0,41	33328	1,0	13664	2,8	0,003	
4	Lumbar spine	Lanneranka (NA3AA)	0,72	141251	4,0	101701	21,2	0,019	
5	Mammography	Mammografia (HA1CA)	0,47	314653	9,0	147887	30,8	0,028	
6	Abdomen	Vatsan natiivi (JN3AA)	0,72	50697	1,4	36502	7,6	0,007	
7	Pelvis and hip	Lantio (NE1AA)	0,28	225547	6,4	63153	13,2	0,012	
Total				1958440	55,9	480008	100,0	0,090	

Taulukoissa 2 on oleellista miten kohdissa *% of all plain radiography* esitetyt prosenttiluvut on suhteessa toisiinsa. Esimerkiksi *Lumbar spine* tutkimusalueen natiiviröntgentutkimuksia tehdään vain 4 % kaikista natiiviröntgentutkimuksista, mutta *Lumbar spine* tutkimusalueen tuottama kollektiivinen efektiivinen annos kattaa kuitenkin noin 29 % prosenttia kaikkien natiiviröntgentutkimusten kollektiivisesta efektiivisestä annoksesta.

Kuviosta 1 nähdään neljän eniten väestöannosta tuottavan tutkimusalueen kollektiivisen efektiivien annoksen prosentuaalinen osuus kaikista natiiviröntgentutkimuksista yhteensä saatavasta annoksesta. Näiden neljän tutkimusalueen tuottaman annoksen osuus kaikista tutkimuksista aiheutuvasta annoksesta on todella merkittävä, noin 85 %. Taulukkoja 2 ja 3 vertaamalla nähdään, että uusien ICRP:n antamien kudosten painotuskertoimien vai-

kutuksesta mammografian suhteellinen osuus natiiviröntgentutkimusten väestöannoksessa nousee merkittävimmäksi (noin 30 %:iin).



KUVIO 1. Tutkimusalueen kollektiivisen efektiivisen annoksen suhteellinen osuus kaikkien natiiviröntgentutkimusten tuottamasta kollektiivisesta efektiivisestä annoksesta. Efektiiviset annokset on laskettu raportin ICRP 60 kudosten painotuskertoimilla.

6.3 Tarkemmalla TOP 20- menetelmällä määritetty väestöannos

Tarkemmalla TOP 20 -menetelmällä väestöannos on laskettu vain raportin ICRP 60 kudosten painotuskertoimilla. Taulukossa 4 väestöannos on laskettu TOP 20 -menetelmän tutkimusalueiden mukaan. Tarkemmassa menetelmässä *Total E, mSv* on laskettu tarkemmin kuin varsinaisessa TOP 20 -menetelmässä (ks. luku 5.2). Siinä käytettiin kaikkien tutkimusalueen tutkimusten annoksia, kun taas TOP 20 -menetelmässä käytettiin vain yleisimmän tutkimuksen annosta, jota käytettiin koko tutkimusalueen annoksena.

TAULUKKO 4. Tarkemmalla TOP 20 -menetelmällä ja raportin ICRP 60 kudosten painotuskertoimilla määritetty väestöannos.

TARKEMPI TOP 20 ICRP60

TOP 20 No	Name	Total number	% of all plain radiography	Total E, mSv	% of total top 20	% of all plain radiography	E/person (population), mSv
1	Chest	1118086	31,9	69530	18,3	17,9	0,013
2	Cervical spine	74878	2,1	8117	2,1	2,1	0,002
3	Thoracic spine	33328	1,0	12054	3,2	3,1	0,002
4	Lumbar spine	141251	4,0	116599	30,7	30,0	0,022
5	Mammography	314653	9,0	74255	19,5	19,1	0,014
6	Abdomen	50697	1,4	35945	9,5	9,2	0,007
7	Pelvis and hip	225547	6,4	63386	16,7	16,3	0,012
Total		1958440	55,9	379885	100,0	97,7	0,071

6.4 TOP 20 -menetelmän ja Kuntaliiton koodistoon perustuvan menetelmän vertailu

TOP 20 -menetelmällä ja Kuntaliiton koodistoon perustuvalla menetelmällä saatuja väestöannoksia on verrattu Taulukossa 5. Väestöannokset on laskettu käyttämällä raportin ICRP 60 kudosten painotuskertoimia. Taulukosta nähdään että TOP 20 menetelmällä ja tarkemmalla Kuntaliiton koodistoon perustuvalla menetelmällä ei ole suurta vaikutusta väestöannokseen, TOP 20 -menetelmän ja Kuntaliiton koodistoon perustuvan menetelmän prosentuaalinen ero on vain noin 1 %. TOP 20 -menetelmällä saadaan siis noin 1 % suurempi kollektiivinen efektiivinen annos. TOP 20-menetelmän annoslaskennassa käytettyjen yleisimpien tutkimusten annokset ovat usein tutkimusalueen keskimääräistä annosta hiukan suurempia, minkä vuoksi laskentamenettely yliarvioi tarkimmalla menetelmällä saatavaa annosta ja siten enemmän kuin kompensoi (ylikompensoi) laskennassa kokonaan pois jäävien alueiden (mm. raajojen röntgentutkimukset) aiheuttamaa vajeusta.

Taulukossa 5 on vertailussa mukana myös tarkemmalla TOP 20-menetelmällä saadut tulokset (Sarake ”More accurate (modified) TOP 20 mSv”). Tällä menetelmällä saatu väestöannos on noin 2 % pienempi kuin Kuntaliiton koodistoon perustuvalla menetelmällä saatu väestöannos, eli käytännössä varsinaisella TOP 20-menetelmällä saatua tulosta hiukan huonompi approksimaatio tarkasta väestöannoksesta. Varsinainen TOP 20-menetelmä antaa tässä tapauksessa siis hiukan paremman approksimaation tarkasta väestöannoksesta johtuen em. ylikompensaatio-ilmioistä.

TAULUKKO 5. TOP 20 -menetelmän ja Kuntaliiton koodistoon perustuvan menetelmän vertailu.

TOP 20 -MENETELMÄN JA TARKIMMAN, KUNTALIITON KODISTOON PERUSTUVAN MENETELMÄN, VERTAILU (ICRP60 KUDOSTEN PAINOTUSKERTOIMET)					
TOP 20 No.	Name	Most common exam	TOP 20 mSv	More accurate (modified) TOP 20 mSv	Most accurate (all plain radiography), mSv
1	Chest	Keuhkokuva (GD1AA)	78266	69530	
2	Cervical spine	Kaularanka (NA1AA)	8237	8117	
3	Thoracic spine	Rintaranka (NA2AA)	12998	12054	
4	Lumbar spine	Lanneranka (NA3AA)	114413	116599	
5	Mammography	Mammografia (HA1CA)	62931	74255	
6	Abdomen	Vatsan natiivi (JN3AA)	40558	35945	
7	Pelvis and hip	Lantio (NE1AA)	76686	63386	
Total			394088	379885	388959

TOP20/Tarkin menetelmä 1,013
Tarkempi TOP20/Tarkin menet. 0,977

6.5 ICRP:n uusien ja vanhojen kudosten painotuskertoimien vertailu

ICRP julkaisi vuonna 1991 kudosten painotuskertoimet raportissaan ICRP 60. Vuonna 2007 se julkaisi uudet kertoimet raportissaan ICRP 103. Taulukossa 6 on esitetty kertoimien vaikutusta efektiivisiin annoksiin, ja kollektiivisiin efektiivisiin annoksiin käytettäessä TOP 20 -menetelmää. Taulukosta havaitaan, että kokonaisuudessaan uudet kertoimet nostavat väestöannosta natiiviröntgentutkimuksille noin 22 %. Kerrointen muutokset vaikuttavat eniten rintarauhasen, kaularangan ja keuhkon alueen tutkimuskohtaisiin annoksiin: rintarauhasen annos nousee eniten (135 %) ja keuhkokuvan annos noin 28 %. Yhden keuhkokuvan annos kasvaa 0,07 mSv:stä 0,09 mSv:iin. Nämä muutokset ovat odotettuja, koska tällä tutkimusalueella olevan rintarauhasen painotuskerroin on muuttunut merkittävästi (arvosta 0,05 arvoon 0,12). Alavartalon tutkimusten kohdalla uudet kertoimet puolestaan laskevat annosta. Esimerkiksi lannerangan natiiviröntgentutkimuksen annos laskee noin 11 %. - Kaularangan kohdalla mainittua muutosta on pidettävä vain suuntaa-antavana, koska se perustuu hyvin pieneen laskenta-aineistoon.

TAULUKKO 6. ICRP 60 JA ICRP 103 vertailu.

ICRP60 JA ICRP103 KERTOIMIEN VERTAILU, TOP 20 MENETMÄLLÄ

TOP 20 No.	Name	Most Common exam	ICRP60, mSv	ICRP103, mSv	Difference %
1	Chest	Keuhkokuva (GD1AA)	78266	100628	28,6
2	Cervical spine	Kaularanka (NA1AA)	8237	16473	100,0
3	Thoracic spine	Rintaranka (NA2AA)	12998	13664	5,1
4	Lumbar spine	Lanneranka (NA3AA)	114413	101701	-11,1
5	Mammography	Mammografia (HA1CA)	62931	147887	135,0
6	Abdomen	Vatsan natiivi (JN3AA)	40558	36502	-10,0
7	Pelvis and hip	Lantio (NE1AA)	76686	63153	-17,6
Total			394088	480008	21,8

6.6 Väestöannoksen muutos 2000-luvulla

Väestöannoksien muutosta tarkasteltiin vertaamalla tuloksia, joissa efektiivinen annos on laskettu raportin ICRP 60 kudosten painotuskertoimilla. Väestöannos laskettiin vuosilta 2000, 2005 ja 2008 käyttämällä kyseisen vuoden tutkimusmääriä. Taulukossa 7 on esitetty annokset jokaiselta vuodelta. Väestöannokset laskettiin tarkemmalla TOP 20 -menetelmällä, eli tässä tapauksessa väestöannoksen määrittämiseen ei ole käytetty kaikkia Kuntaliiton koodistoon kuuluvia tutkimuksia.

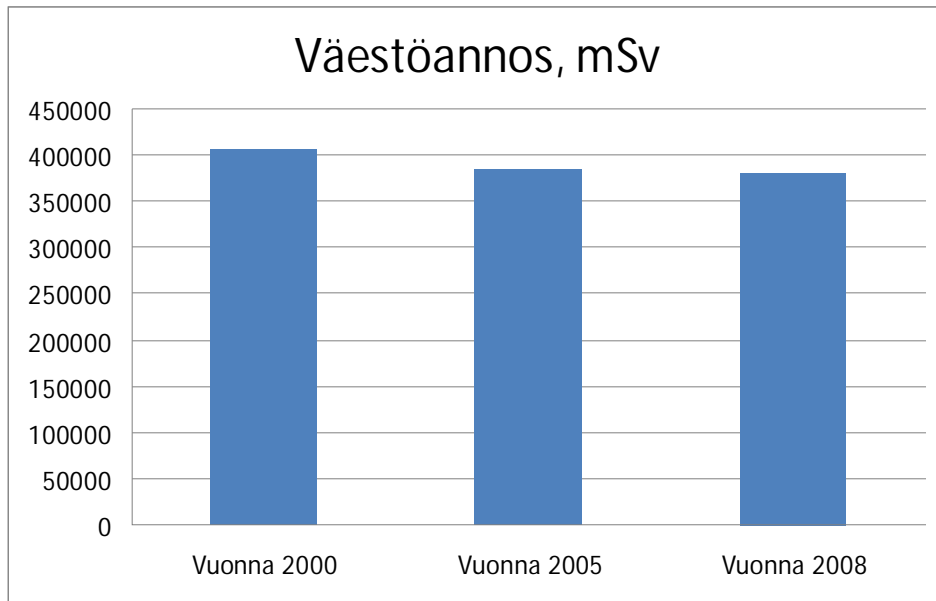
TAULUKKO 7. Väestöannoksen muutos 2000 -luvulla.

VÄESTÖANNOKSEN MUUTOS 2000 -LUVULLA, ICRP60 KERTOIMILLA

TOP 20 No.	Name	Most common exam	Tarkempi TOP 20 vuonna 2000, mSv	Tarkempi TOP 20 vuonna 2005, mSv	Tarkempi TOP 20 vuonna 2008, mSv
1	Chest	Keuhkokuva (GD1AA)	82001	75326	69530
2	Cervical spine	Kaularanka (NA1AA)	10380	8738	8117
3	Thoracic spine	Rintaranka (NA2AA)	14197	13344	12054
4	Lumbar spine	Lanneranka (NA3AA)	118355	116399	116599
5	Mammography	Mammografia (HA1CA)	76643	69525	74255
6	Abdomen	Vatsan natiivi (JN3AA)	39747	39692	35945
7	Pelvis and hip	Lantio (NE1AA)	65933	62678	63386
Total			407256	385703	379885

Kuviossa 2 on esitetty graafisesti natiiviröntgentutkimusten väestöannoksen kehitys 2000-luvulla. Kuvioista nähdään että annokset ovat olleet koko 2000-luvun tasaisesti laskussa. Prosentuaalisesti muutos on ollut noin 7 %. Tutkimusmäärät ovat samalla ajanjaksolla vähentyneet noin 11 %:lla. Tässä tarkastelussa on kuitenkin huomattava,

että tutkimusmääriä on verrattu vain TOP 20 -menetelmän tutkimusten mukaan eli kaikkia Kuntaliiton tutkimuksia ja niiden tutkimusmääriä ei ole tässä kohtaa käytetty..



KUVIO 2. Natiiviröntgentutkimusten (sisältäen vain TOP 20-tutkimusalueet) väestöannoksen muutos 2000-luvulla.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tarkoituksena on ollut natiiviröntgentutkimuksista väestölle aiheutuvan väestöannoksen selvittäminen. Tuloksista voidaan päätellä mitkä tutkimukset ja tutkimusalueet ovat väestöannoksen kannalta merkittävimmät. Näiden tutkimusten ja tutkimusalueiden optimoinnilla on suuri merkitys väestöannokselle. Käyttämällä vanhoja ICRP:n antamia kudosten painotuskertoimia, TOP 20 -menetelmän mukaisista tutkimusalueista lannerangan alueen tutkimuksilla on suurin merkitys väestöannokselle ja . kattavat noin 29 % kaikista natiiviröntgentutkimuksista saatavista säteilyannoksista. Uusien ICRP:n antamien kudosten painotuskertoimien käyttöönotto tekee kuitenkin rintarauhasen röntgentutkimuksista (mammografiasta) väestöannoksen kannalta merkittävimmän (noin 31 %), samalla kun lannerangan ja keuhkon alueen röntgentutkimukset siirtyvät toiseksi merkittävimmiksi (kumpikin noin 20 %). Muita väestöannoksen kannalta merkittäviä tutkimusalueita ovat lantion anatomiset alueet.

TOP 20 -menetelmällä väestöannos pystytään määrittämään melko helposti ja tulos poikkeaa vain noin 1 % tarkemmalla Suomen Kuntaliiton koodistoon perustuvalla menetelmällä saadusta arvosta. TOP 20 -menetelmä antaa siten hyvän kuvan väestöannoksen tasosta, kun tarkempaan väestöannoksen selvityksen ei ole aikaa tai tarvittavia tietoja.

Tarkemman TOP 20 -menetelmän annos poikkeaa Kuntaliiton koodistoon perustuvan menetelmän annoksesta hiukan enemmän kuin varsinaisen TOP 20 -menetelmän mukainen annos. Tarkemmalla TOP 20 -menetelmällä saadaan noin 2 % pienempi annos kuin Kuntaliiton koodistoon perustuvalla menetelmällä ja noin 3 % pienempi kuin varsinaisella TOP 20-menetelmällä. Ero varsinaisen ja tarkemman TOP 20 -menetelmän välillä johtuu siitä, että varsinainen menetelmä yliarvioi efektiivisiä annoksia, jolloin se kompensoi laskennasta puuttuvien natiiviröntgentutkimusten aiheuttamaa annosta ja lopputulos on lähempänä Kuntaliiton koodistoon perustuvan menetelmän annosta. Tämän perusteella näyttää siltä, että TOP 20-menetelmän tarkentaminen annoksen laskentamenettelyn suhteen ei ole tarpeellista.

ICRP:n uusien kudosten painotuskertoimien vaikutus natiiviröntgentutkimuksista aiheutuvaan kokonaisväestöannokseen on kokonaisuutena suhteellisen pieni: Raportin ICRP 103 kertoimilla saadaan noin 22 % suurempi väestöannos. Uusilla kertoimilla on kui-

tenkin merkittävä vaikutus tutkimuskohtaisiin annoksiin. Joidenkin tutkimusten annokset ovat kasvaneet ja toisten vähentyneet. Suurimmat muutokset ovat tapahtuneet rintakehän alueella, missä uudet kertoimet antavat noin 30–130 % suuremman annoksen. Koska TOP 20 -menetelmässä yleisimmän tutkimuksen avulla lasketaan koko tutkimusalueen annos, yleisimmän tutkimuksen kohdalla painotuskertoimien muutoksesta syntyvä annosmuutos vaikuttaa suoraan myös väestöannokseen. Jos tutkimusmäärien suhteelliset osuudet eri tutkimusalueiden välillä oleellisesti muuttuvat, painotuskerrointen muutoksesta voi aiheutua erilainen vaikutus kokonaisväestöannokseen, eli em. johtopäätöstä kokonaisvaikutuksesta ei voi yleistää.

Väestöannos on pienentynyt 2000-luvulla. Muutos vuodesta 2000 vuoteen 2008 on ollut noin 7 %. Suurin muutos on tapahtunut rintakehän alueen tutkimusten osalta, jossa kollektiivinen efektiivinen annos on vähentynyt noin 15 %. Tähän ovat vaikuttaneet tutkimusmäärien vähentyminen ja joidenkin tutkimusten optimointi.

KIITOKSET

Haluaisin lopuksi kiittää koko Säteilyn käytön turvallisuus -osastoa, joka on mahdollistanut työni onnistumisen ja antanut minulle upean mahdollisuuden tehdä työni Säteilyturvakeskuksessa. Haluaisin kiittää erityisesti johtavaa asiantuntijaa Hannu Järvistä, jolla on ollut suuri rooli tämän työn onnistumisessa. Suurkiitos myös Sarianne Pääkölle, jota ilman tämä työ ei olisi onnistunut. Kiitos kuuluu myös muille taustajoukoissa mukana olleille.

LÄHTEET

- About ICRP. ICRP. Verkkodokumentti. <<http://www.icrp.org/about.asp>>. Luettu 14.10.2009
- ICRP Publication 60, 1991. Annals of the ICRP. 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Great Britain: Pergamon Press.
- ICRP Publication 103 2007. Annals of the ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Great Britain: Elsevier.
- Komppa 2004. Potilaan säteilyaltistuksen määrittäminen röntgentutkimuksissa. Järvinen (toim.) Säteilyturvallisuus ja laatu röntgendiagnostiikassa. STUK. Verkkodokumentti.< <http://www.stuk.fi/julkaisut/stuk-c/stuk-c3.pdf>> Luettu 8.10.2009
- Suomen Kuntaliitto 2009. Radiologinen tutkimus- ja toimenpideluokitus. Verkkodokumentti. <http://www.kunnat.net/k_peruslistasivu.asp?path=1;29;65;353;40302;46660;46683> Luettu 06.11.2009.
- Mustonen, Sjöblom, Bly, Havukainen, Ikäheimo, Kosunen, Markkanen & Paile 2009. Säteilysuojelun perussuosituksset 2007. Lyhennelmä. Helsinki: Edita.
- Paile 2000. Duodecim. Ionisoivan säteilyn haitat. Lääketieteellinen Aikakausikirja Duodecim. Verkkodokumentti. <

RP 154. Radiation Protection No 154 2008. Report. European Guidance on Estimating Population Doses from Medical X-Ray Procedures. 2. Purposes for making population dose estimates for medical x-rays, the dose quantities used and the resources required. 2.1 Purposes.

Säteilylaki 592/1991. Annettu Helsingissä 27.3.1991

97/43/EURATOM 1997. THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION DIRECTIVE 97/43/EURATOM. Article 14. Annettu Luxemburgissa 30.06.1997.



pvm

51/300/04

«Sairaala»
 «Jatko»
 «Yhteyshenkilö»
 «Osoite»
 «Osoite2»

RÖNTGENTUTKIMUSTEN SÄTEILYANNOKSET

Säteilyturvakeskus kerää tietoja röntgentutkimuksista ja niistä potilaille aiheutuvista säteilyannoksista Suomessa. Tarkoituksena on saada perustietoa säteilyannostasosta röntgentutkimuksista. Keräyksen tuloksia hyödynnetään määrittäessä väestölle lääketieteellisistä tutkimuksista aiheutunutta keskimääräistä säteilyannosta STM:n asetuksen säteilyn lääketieteellisestä käytöstä (423/2000) 43 § mukaisesti, sekä vertailutasoja tarkistettaessa.

Tutkimukseen on valittu vain muutama sairaala, joten antamanne tiedot ovat todella oleellisia. **Tietoja kerätään kaularangan ja rintarangan natiiviröntgentutkimuksista.**

Pyydämme teitä ystävällisesti kirjaamaan kustakin halutusta tutkimustyyppistä annoskeruulomakkeella kysytyt tiedot. Jos käytävissä röntgenlaitteissa on laskennallinen annosnäyttö tai DAP-mittari, myös annoksen ja pinta-alan tulo (*DAP*-lukema) tulisi kirjata. Jotta annoksista saataisiin luotettava määrä tietoa, annoksia tulisi kerätä kustakin tutkimustyyppistä vähintään 10 potilaalta.

Lomake, jolle tiedot pyydetään täyttämään, sekä lomakkeen täyttöohje ja palautusohjeet löytyvät sähköpostin liitteenä. Lomakkeet pyydämme palauttamaan STUKiin sitä mukaa, kun potilasmäärä on kustakin tutkimuksesta tullut täyteen. **Määräaika annoskeräykselle on 11.11.2009**, johon mennessä toivomme teidän palauttavan lomakkeet, vaikka tavoiteltu potilasmäärä ei olisikaan täytynyt.

Yhteistyöstä kiittäen

Toimistopäällikkö

Maija Meikäläinen

Johtava asiantuntija

Erkki Esimerkki

ANNOKSET RÖNTGENTUTKIMUKSISSA

Ohje lomakkeiden täyttämistä ja palautusta varten

Annoskeruulomake

Kutakin tutkimusta koskevia tietoja kerätään siitä kuvaushuoneesta, joissa kyseisiä tutkimuksia pääasiallisesti tehdään. Annoskeruulomake on tutkimuskohtainen. Annoskeruulomakkeen ylälaitaan merkitään yleisiä tietoja, jotka pitävät sisällään mm. tiedon siitä mistä sairaalasta/ miltä osastolta ja mistä tutkimushuoneesta tiedot on kerätty, käytetty generaattori/ tutkimusteline, röntgenputken kiinteä suodatus, käytetyn kuvareseptorin tyyppi (vahvistuslevy/filmi,digi), tutkimuksessa käytetty kuvausetäisyys (mainitse lisäksi onko kyseessä fokus-tukipinta vai fokus-filmi - etäisyys).

Tietoja kerätään kaularangan ja rintarangan natiiviröntgentutkimuksista.

Ohjeita taulukon täyttöön:

Potilasnumero: Jokaiselle potilaalle annetaan numero (juokseva numero 1,2,3...). Jos samaa potilasta kuvataan useissa projektioissa tai otetaan uusintakuvia, käytetään samaa numeroa.

Lisäsuodatus: Aiemmin ilmoitetun röntgenputken perussuodatuksen lisäksi käytössä ollut suodatus. Muista merkitä paksuuden lisäksi onko kyseessä Al- vai Cu-suodatin.

Kenttäkoko: Kenttäkoko tulee mitata potilaan ihon pinnan tason korkeudelta vaakasuorassa tasossa (ei siis ihonmyötäisesti).

Annoksen ja pinta-alan tulo, *DAP*: Merkitään lukema, jos laitteessa on laskennallinen annosnäyttö tai *DAP*-mittari. Muista merkitä laitteen käyttämä yksikkö, esim $mGym^2$ tai μGym^2 .

Muuta huomioitavaa: Poikkeustapaukset, korjaukset, ym. (esim. jos kuvausgeometria on normaalista poikkeava).

Jotta ilmoittamienne tietojen perusteella on mahdollista laskea potilasannos, tulee Teidän lisäksi toimittaa tiedot käytetyn röntgenputken säteilytuotosta. (esim. kopiot uusimmista laitehuoltajan tekemistä säteilytuottomittauksista).

Asiaan liittyviä kysymyksiä ja kommentteja voi lähettää ensisijaisesti sähköpostitse osoitteisiin:

aarne.makinen@metropolia.fi

Kun vähimmäismäärä (10) potilaita on kussakin tutkimuksessa tullut täyteen, lomakkeet voi palauttaa sähköpostitse (aarne.makinen@metropolia.fi) **11.11.2009 mennessä**.

Yhteystiedot:

Aarne Mäkinen
Säteilyn käytön turvallisuus
Säteilyturvakeskus
Laippatie 4/ PL 14
00881 Helsinki
Puh: (09) 759 88 233
Telefax:(09) 759 88 248